

Der Mensch kann etwa drei Monate ohne Nahrung, drei Tage ohne Flüssigkeitsaufnahme und drei Minuten ohne Sauerstoff überleben, so lautet eine alte Volksweisheit. Auch wenn diese Aussage etwas grob verallgemeinert ist, kann man sehr wohl die Priorität der einzelnen Stoffe für unseren Organismus erkennen.

Workout lohnt sich!

Durch Training den Sauerstoffgehalt der Zellen verbessern

Wie quälend das Gefühl der Atemnot ist, hat jeder von uns schon einmal gespürt, während er nur eine halbe Minute lang die Luft angehalten und daran gedacht hat, wie es jetzt wohl wäre, nicht mehr weiterraten zu können. Ein großer Unterschied zwischen Nährstoffen und Sauerstoff ist, dass Nährstoffe von unserem Körper mehr oder weniger gespeichert werden können und er je nach Speicher­menge davon zehren kann. Das Sauerstoffdepot im Gewebe ist jedoch sehr gering und deshalb müssen wir diesen lebenswichtigen Stoff Atemzug für Atemzug aufnehmen. Damit aber nicht

genug: Er muss über die Lunge ins Blut gelangen, über das Hämoglobin transportiert und über komplexe physiologische Mechanismen in die Zellen geschleust werden. Ist das lebensnotwendige Gas erst einmal in der Zelle, muss es noch zur Energiebereitstellung in die Mitochondrien gelangen; dort laufen dann hochkomplexe Energiebereitstellungsprozesse ab. Wenn wir von „Sauerstoffaufnahme“ sprechen, gibt es von Mensch zu Mensch Unterschiede. Die absolute Sauerstoffmenge in der Umgebungsluft ist für alle Menschen gleich und liegt bei 21 Prozent. Auch die Sauerstoffsättigung im Blut ist beim ge-

sunden Menschen an die 99 Prozent. Wie viel zellulär genutzt werden kann, ist aber unterschiedlich und abhängig vom Trainings- und Ernährungsverhalten sowie vom Lifestyle der Menschen.

Mitochondrien – die „Kraftwerke“ der Zellen

Die Energie wird von den Mitochondrien aus den Kohlenhydraten und Fetten der Nahrung bzw. aus deren Körperdepots gebildet, wobei die Verbrennung von Glukose (Zucker aus den Kohlenhydraten) für Mitochondrien „einfacher“ ist und weniger Sauerstoff benötigt. Unter Umständen höchster Belastungsintensi-

täten kann der Körper den Zucker auch ganz ohne Beteiligung von Sauerstoff, also anaerob, verstoffwechseln. Allerdings entstehen dabei mehr zellschädigende Stoffe, sogenannte freie Radikale. Im Gegenzug dazu wird aber weniger ATP als bei der Fettverbrennung benötigt. Die freien Radikale jedoch beschleunigen den Alterungsprozess der Mitochondrien und damit der Zellen.

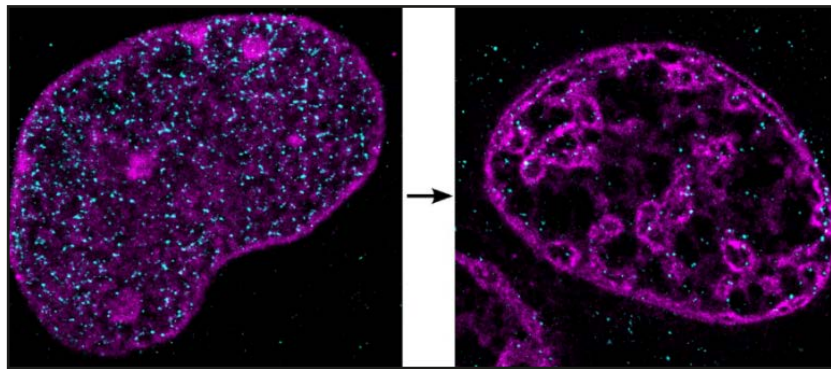
Alte Mitochondrien verlieren nach und nach die Fähigkeit, den Sauerstoff zu nutzen und damit effektiv Fette zu verstoffwechseln. Sie sind dadurch immer mehr auf Zucker zur Energiegewinnung angewiesen. Die daraus resultierenden Folgen sind u.a. eine starke Abhängigkeit von Zucker und Kohlenhydraten sowie zunehmende Fettablagerungen.

Der Organismus nutzt den Stoffwechselweg der Zuckerverwertung nicht nur bei hohen Belastungen, sondern auch dann, wenn die Energiequelle Zucker aus raffinierten Kohlenhydraten der Ernährung des Menschen übermäßig konsumiert wird. Dabei löst die hormonelle Reaktion auf Zuckerkonsum, die Insulinausschüttung aus. Das Resultat ist die stetige Produktion zellschädigender Stoffe, die Abnahme der Fähigkeit, Sauerstoff für die Energiegewinnung aufzunehmen, und die Reduzierung der aeroben Energiegewinnung aus dem Fettstoffwechsel. Zudem steigt dadurch auch das Risiko, an neurodegenerativen Stoffwechselerkrankungen wie Adipositas, Diabetes oder Bluthochdruck zu erkranken.

Die Verstoffwechslung der Fette in den Mitochondrien läuft in der sogenannten Atmungskette der Mitochondrien ab. Dafür jedoch sind ein O_2 -Überschuss, leistungsfähige Mitochondrien und diverse Mikronährstoffe notwendig. Somit sind die Fähigkeit der Sauerstoffaufnahme und eine hochwertige Ernährung ein leistungsbestimmender Faktor für eine gute Fettverbrennung und eine gesunde Zellfunktion. Darüber hinaus liefert die aerobe Energiebereitstellung deutlich mehr Energie und im Gegenzug weniger freie, zellschädigende Radikale. Der Vorteil liegt auf der Hand: gesunde Mitochondrien, geringeres Risiko für Zivilisationskrankheiten, mehr Energie.

Zellen ohne genügend Sauerstoff verdichten die DNA

Sauerstoffmangel in den Zellen hat außerdem noch weitergehende Folgen für



Dramatische Effekte einer Ischämie: Die Bilder zeigen die DNA in einem Zellkern unter normalen (links) und unter ischämischen (rechts) Bedingungen. Die am Institut für Molekulare Biologie entwickelte neue Technik für supraauflösende Mikroskopie zeigt, dass sich die DNA zu ungewöhnlichen engen Haufen verdichtet, wenn die Zellen nicht mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt sind

die Zellen wie Abgeschlagenheit, Energielosigkeit oder Gewichtszunahme. Wissenschaftler am Institut für Molekulare Biologie (IMB) haben dramatische Veränderungen der DNA in den Zellen beobachtet, die nicht genug Sauerstoff und Nährstoffe erhielten. Dieser Zustand ist typisch für einige der häufigsten Zivilisationskrankheiten: Herzinfarkt, Schlaganfall und Krebs.

In einer gesunden Zelle sind große Teile der DNA offen zugänglich, sodass Gene einfach abgelesen werden können. Forscher am Institut für Molekulare Biologie konnten jetzt zeigen, dass sich während einer Ischämie (Sauerstoffnot) die Anordnung der DNA dramatisch verändert: Sie verdichtet sich. Die Gene in solch kompakten Regionen können von der Zelle nicht mehr ausgelesen werden, ihre Aktivität ist demnach stark reduziert. Falls die Blutversorgung nicht wiederhergestellt wird, fährt die Zelle schließlich ihren Betrieb herunter oder stirbt sogar.

Spirometrie als Trainings- und Ernährungsberatungstool

Die Funktionsfähigkeit der Mitochondrien kann in der Medizin durch diverse Laborwerte über das Blut ermittelt werden, was aber in der Regel nur von Fachärzten durchgeführt wird. Eine andere Möglichkeit ist, die Leistungsfähigkeit indirekt über die Sauerstoffaufnahme des Menschen zu testen. Dafür eignet sich die Sauerstoff-Atemgasmessung (Spirometrie) in Ruhe und bei Belastung. Dabei ermittelt man die Sauerstoffaufnahme über die Atemluft und kann damit exakt

feststellen, wie viel Sauerstoff der Organismus verwerten kann und wie gut die Leistungsfähigkeit des Menschen ist. Weiterführend ermittelt die Belastungsmessung, bei welcher Belastungsintensität und Herzfrequenz der Körper am effektivsten Sauerstoff für den Fettstoffwechsel aufnehmen kann. Die Atemgasmessung in Ruhe kann über das Verhältnis von Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe eine Aussage über die prozentuale Zucker- und Fettverbrennung treffen und gibt damit Aufschluss über das Ernährungsverhalten der Person. Die aus beiden Testverfahren erhobenen Daten unterstützen Trainer und Berater, die individuell richtige Belastungsintensität für den Klienten zu finden sowie Ernährungsempfehlungen zu geben.

Carsten Stockinger

Literatur und Quellenhinweise:

Arbeitsgruppe Dr. George Reid am Institut für Molekulare Biologie (IMB)

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Christoph Cremer am Institut für Molekulare Biologie (IMB)

Institut für Molekulare Biologie gGmbH (IMB), Dr. Ralf Dahm, Direktor des Wissenschaftlichen Managements

<http://www.mito-medizin.de/mitochondrienmedizin/>

<https://www.medizin-welt.info/wissen/Mitochondrien-was-ist-das/20>

<http://www.biokurs.de/bs11-57/>



Carsten Stockinger ist Diplom-Sportwissenschaftler und operativer Leiter der Firma e-scan diagnostic. Das Unternehmen ist Spezialist für Atemgasdiagnostik und Stoffwechselmanagement. Seine Erfahrungen mit der Atemgasanalyse zur Trainings- und Ernährungssteuerung vermittelt er auf Fachkongressen, in Seminaren und Vorträgen.